

PAT NO: JP410173006A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10173006 A
TITLE: SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS
MANUFACTURING METHOD
PUBN-DATE: June 26, 1998

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
TAZAKI, KOJI
HAYASHIDA, TETSUYA

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME HITACHI LTD COUNTRY
N/A

APPL-NO: JP08328321
APPL-DATE: December 9, 1996

INT-CL (IPC): H01L021/60, H01L021/321

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the reliability of a semiconductor device having flip chip connection structure or BGA mounted structure.

SOLUTION: This is a semiconductor device wherein the electrodes 2 of a semiconductor chip 1, the wiring board connecting terminals 6 of a wiring board 5 mainly out of organic resin or ceramic base material are flip-chip- connected using semiconductor chip side conductive materials 10, resin conductive balls 9 composed of resin balls 9-A and conductive layers 9-B, and wiring board side

conductive materials 11. A thermal stress caused by the difference of the thermal expansion coefficients of the semiconductor chip 1 and the wiring board 5 is eased by the deformation of the resin balls 9-A of low elastic moduli constituting the central parts of the resin conductive balls 9, and it becomes possible to prevent thermal stresses from acting on the connected parts of the semiconductor chip side conductive materials 10 and wiring board side conductive materials 11, etc., and to increase the reliability.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-173006

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月26日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 21/60
21/321

識別記号

3 1 1

F I

H 0 1 L 21/60
21/92

3 1 1 S

6 0 2 D

6 0 3 B

6 0 3 C

6 0 4 H

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-328321

(22) 出願日 平成8年(1996)12月9日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 田崎 耕司

東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立

製作所デバイス開発センタ内

(72) 発明者 林田 哲哉

東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立

製作所デバイス開発センタ内

(74) 代理人 弁理士 筒井 大和

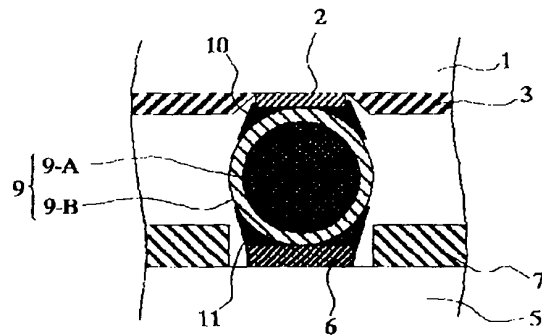
(54) 【発明の名称】 半導体装置および半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 フリップチップ接続構造またはBGA実装構造を有する半導体装置の信頼性を向上させる。

【解決手段】 半導体チップ1の電極部2と、有機樹脂もしくはセラミックを主基材とする配線基板5の配線基板接続端子6を、半導体チップ側導電材料10、および樹脂ボール9-Aと導電層9-Bからなる樹脂導電ボール9、および配線基板側導電材料11を用いてフリップチップ接続した半導体装置である。半導体チップ1と配線基板5の熱膨張係数の差異に起因する熱応力は、樹脂導電ボール9の中心部を構成する低弾性率の樹脂ボール9-Aの変形によって緩和され、半導体チップ側導電材料10および配線基板側導電材料11等の接続部位に大きな熱応力が作用することを回避でき、信頼性が向上する。

図 6



【特許請求の範囲】

【請求項1】 低弾性率の第1の部材と、この第1の部材を覆う少なくとも一層の導電性の第2の部材からなる導電性接続部材を介して、半導体チップと、この半導体チップの担体となる配線基板とを接合もしくは接着固定してなることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 低弾性率の第1の部材と、この第1の部材を覆う少なくとも一層の導電性の第2の部材からなる導電性接続部材を介して、半導体チップを搭載した半導体パッケージと、前記半導体パッケージが実装される実装基板とを接合もしくは接着固定してなることを特徴とする半導体装置。

【請求項3】 請求項1または2記載の半導体装置において、前記導電性接続部材を構成する前記第1の部材はほぼ球形の樹脂からなり、前記第2の部材は金属層からなることを特徴とする半導体装置。

【請求項4】 請求項1、2または3記載の半導体装置において、前記導電性接続部材を構成する前記第2の部材は、ニッケルめっき層と、このニッケルめっき層を覆う金めっき層からなることを特徴とする半導体装置。

【請求項5】 請求項1記載の半導体装置において、前記半導体チップおよび前記配線基板の各々における前記導電性接続部材に対する接続部には、導電性材料が配置され、前記導電性材料によって、前記導電性接続部材と前記半導体チップおよび前記配線基板との接合もしくは接着固定が行われるようにしたことを特徴とする半導体装置。

【請求項6】 請求項2記載の半導体装置において、前記半導体パッケージおよび前記実装基板の各々における前記導電性接続部材に対する接続部には、導電性材料が配置され、前記導電性材料によって、前記導電性接続部材と前記半導体パッケージおよび前記実装基板との接合もしくは接着固定が行われるようにしたことを特徴とする半導体装置。

【請求項7】 請求項1記載の半導体装置において、前記導電性接続部材を構成する前記第2の部材の表面ははんだ層で覆われ、はんだリフローによって溶融した前記はんだ層から供給されるはんだによって、前記導電性接続部材と前記半導体チップおよび前記配線基板の各々との接合もしくは接着固定が行われるようにしたことを特徴とする半導体装置。

【請求項8】 請求項2記載の半導体装置において、前記導電性接続部材を構成する前記第2の部材の表面ははんだ層で覆われ、はんだリフローによって溶融した前記はんだ層から供給されるはんだによって、前記導電性接続部材と前記半導体パッケージおよび前記実装基板の各々との接合もしくは接着固定が行われるようにしたことを特徴とする半導体装置。

【請求項9】 半導体チップと、この半導体チップの担体となる配線基板とを、低弾性率の第1の部材と、この

第1の部材を覆う少なくとも一層の導電性の第2の部材からなる導電性接続部材により接合もしくは接着固定することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項10】 半導体チップを搭載した半導体パッケージと、前記半導体パッケージが実装される実装基板とを、低弾性率の第1の部材と、この第1の部材を覆う少なくとも一層の導電性の第2の部材からなる導電性接続部材により接合もしくは接着固定することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置および半導体装置の製造技術に関し、特に、高密度の実装が可能で、かつ信頼性に優れた半導体装置の構造および製造法に適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、半導体チップとその担体となる配線基板を接続する方法の一つとして、はんだボールを用いるフリップチップ接続(C4)技術が確立されている。しかし、半導体チップと配線基板には熱膨張係数に差があるため、両者をはんだ等で接合した場合に、冷却時の熱収縮量差に起因する応力が発生し、高い接続信頼性を実現することが困難である。特に配線基板としてプリント基板を用いる場合には、セラミック基板に比べて熱膨張係数差がより大きいので、はんだボール内に発生する応力を緩和するために、半導体チップとプリント基板との空隙および周囲に液状の絶縁性樹脂を充填するのが一般的である。

【0003】同様にはんだボールを用いる接続技術として、接続端子を多数持つ半導体パッケージをマザーボードとなる配線基板に高密度に実装するために、グリッド状に並べたはんだボールにて接続を行うBGAパッケージの実用化がなされている。ここでパッケージの基板材料としてセラミックを用いた場合、マザーボードとなるプリント基板との間の熱膨張差に起因する応力ははんだボール内に発生する。

【0004】このように、熱膨張係数の異なる材料をはんだボールを用いて接続する際には、複数の階層を設けたとしても接続信頼性の低下は免れられず、その影響は接合領域が大きいほど顕著になる。したがって、近年、急速に進む半導体チップの電極数の増加に対応し、拡大してきた半導体チップサイズあるいは半導体パッケージサイズには限界が見えてきている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のはんだボールを用いた接続方式では、接続領域がある程度以上大きくなると、半導体チップとプリント基板もしくはセラミック基板とプリント基板等の接続部において、はんだボールに応力が集中し、クラック、破断による接続不良が発生する、という技術的課題がある。はんだボール周囲の空

10

20

30

40

50

隙に絶縁樹脂を充填することで劣化の進行を遅らせることはできるが、高い信頼性を長期間に渡って確保することは困難である。

【0006】本発明の目的は、半導体チップのフリップチップ接続構造を有する半導体装置の信頼性を向上させることにある。

【0007】本発明の他の目的は、比較的大きな半導体チップのフリップチップ接続構造を有する半導体装置の信頼性を向上させることにある。

【0008】本発明の他の目的は、半導体チップの接続端子の配置密度を増大させることなく、半導体チップのフリップチップ接続構造を有する半導体装置の信頼性を向上させることにある。

【0009】本発明の他の目的は、実装基板に対してBGA接続されるBGAパッケージを有する半導体装置の信頼性を向上させることにある。

【0010】本発明の他の目的は、比較的大きな半導体パッケージと実装基板とをBGA接続した構造を有する半導体装置の信頼性を向上させることにある。

【0011】本発明の他の目的は、半導体パッケージにおける接続端子の配置密度を増大させることなく、実装基板に対してBGA接続されるBGAパッケージを有する半導体装置の信頼性を向上させることにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明では、半導体装置において、半導体チップもしくは半導体パッケージ等と、熱膨張係数の異なる配線基板等とを接続する際に、低弾性率の第1の部材と、この第1の部材を覆う少なくとも一層の導電性の第2の部材からなる導電性接続部材を用いる。

【0013】この場合、導電性接続部材としては、たとえば、第1の部材が、ほぼ球形の樹脂からなり、第2の部材が金属層からなる樹脂導電ボールを用いることができる。この樹脂導電ボールを用いることにより、接続部に発生する応力を緩和することができる。

【0014】樹脂導電ボールとは、コア材料が少なくとも室温ではんだよりも弾性率の小さい、柔軟性を備えた樹脂ボールからなり、表面に導電材料層を有するものである。樹脂導電ボールを介して接続を行うことで、各材料の熱膨張係数差に起因する応力を樹脂導電ボールの弾性歪みとして吸収し、接続部の劣化の進行を抑制する。樹脂導電ボールの大きさは、コアとなる樹脂ボールの大きさを変更することで自由に選択できる。また、導電層も材料、コーティング方法、厚さ等を任意に選択できるが、延性に富む材料を使用するか、コーティング厚さを小さくするなど、ボール全体の変形を妨げないことが望ましい。半導体チップ電極およびプリント基板、セラミック基板等の端子と導電ボールの接続は、ボールに1層以上形成した導電層の少なくとも最外層を溶融し、所定の端子と接合固定して行う。また、他の方法とし

て、あらかじめ半導体チップ電極および配線基板端子の表面に塗布等の方法で形成した導電材料を接合時にリフロー操作等によって溶融し、導電ボールと接合固定するものでも良い。接合材料はSn、はんだのような金属または合金でも、有機系導電性接着材料でも良い。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0016】（実施の形態1）図1～図5は、本発明の第1の実施の形態である半導体装置の製造方法を例示した断面図であり、図6は、本第1の実施の形態の半導体装置の一部を拡大して例示した断面図である。

【0017】本第1の実施の形態では、半導体チップ1と、有機樹脂もしくはセラミックを主基材とする配線基板5を、樹脂導電ボール9を用いてフリップチップ接続する方法の一例を示す。

【0018】図1は半導体チップ1の電極部2に、半導体チップ側導電材料10を所望の厚さに形成した状態を示している。なお、電極部2以外の領域には絶縁性の半導体チップ保護膜3が形成されている。半導体チップ側導電材料10としては、たとえばSn、Pb、In、Ag、Au等を主体とした金属材料でも、有機系導電性接着材でも良い。

【0019】図2は半導体チップ1の電極部2に位置を合わせて、樹脂ボール9-Aと導電層9-Bからなる樹脂導電ボール9を溶融等の方法で接合した状態を示している。導電層9-Bの材料としては、たとえばNi、Ag、Au、Cu等の導電性に優れた金属、あるいは複数の金属の合金が良く、1層ないし複数層に形成することができる。

【0020】図3はソルダーレジスト7から露出した配線基板接続端子6に配線基板側導電材料11をあらかじめ印刷もしくはめっき等の方法で形成した配線基板5と、樹脂導電ボール9が取り付けられた半導体チップ1を所定の位置に合わせた状態を示し、リフロー等の方法で樹脂導電ボール9と配線基板5上の配線基板接続端子6を接合した状態が図4である。

【0021】配線基板側導電材料11は半導体チップ側導電材料10と同じものでも良いが、特に金属材料を用いる場合には、融点の差を得る（すなわち、先に接続済の半導体チップ側導電材料10が、後の配線基板側導電材料11のリフロー時に溶融することを防止する）ことを目的として材料金属あるいは組成を変えたものでも良い。

【0022】樹脂導電ボール9の接合順序は前述の方法に限らず、先ず、配線基板5に配線基板側導電材料11を介して樹脂導電ボール9を接続し、続いて、この樹脂導電ボール9に半導体チップ側導電材料10を介して半導体チップ1を接合する方法でもよく、あるいは、半導体チップ1、樹脂導電ボール9および配線基板5を相互

に位置決めして同時に接合してもよい。

【0023】また、図1および図3において半導体チップ側導電材料10と、配線基板側導電材料11は、各々、半導体チップ1の電極部2と配線基板接続端子6上に形成した状態を示したが、これらは樹脂導電ボール9の最外層としてコーティングしておいても良い。すなわち、図8に例示されるように、樹脂ボール9-Aと、無電解ニッケルめっき層m1および金めっき層m2からなる導電層9-Bで構成される樹脂導電ボール9の最外層に、はんだ層9-Cを形成しておき、接合時のリフロー

操作において、当該はんだ層9-Cが溶融することにより、溶融したはんだが、前述の半導体チップ側導電材料10および配線基板側導電材料11の代わりに接合材として機能するようにしてもよい。

【0024】図6には、半導体チップ1および配線基板5の双方に対する接合が完了した状態の樹脂導電ボール9を拡大して示す。

【0025】このような製作工程の後、樹脂導電ボール9の周囲に絶縁性樹脂8を充填することにより、図5に例示される半導体装置が得られる。

【0026】上述のような工程で得られる本第1の実施の形態の半導体装置の各部の寸法および材料の一例を工程順に例示すれば以下になる。

【0027】樹脂導電ボール9を、スチレン系で直径200 μ mの樹脂ボール9-Aの表面に無電解ニッケルめっき層m1を1 μ m、さらに金めっき層m2を0.5 μ mの厚みになるように積層して導電層9-Bを形成することで作製した。

【0028】半導体チップ1にはA1電極からなる電極部2の上に半導体チップ側導電材料10として、Snを20 μ m、Agを0.6 μ m蒸着した(図1)。

【0029】次にガラスマスクを用いて所定の位置に樹脂導電ボール9を配列し、半導体チップ1の接合面に図示しないフラックス樹脂を薄く塗布した後、図示しない画像認識装置付きの自動チップマウント装置にて、半導体チップ1を樹脂導電ボール9上に仮固定した。その状態で内部温度が240℃に保たれたN₂リフロー装置に約10分間投入し、樹脂導電ボール9をSn-Ag合金(半導体チップ側導電材料10)にて固着した(図2)。

【0030】次に、担体となる配線基板5の配線基板接続端子6上には、配線基板側導電材料11として、40Pb-60Snの組成のはんだをスクリーン印刷法であらかじめ形成しておき、接合面に図示しないフラックス樹脂を薄く塗布した後、図示しない自動チップマウント装置にて、樹脂導電ボール9が固定された半導体チップ1のボール配列面と配線基板5の接続端子面が向き合うようにして(図3)、所定の位置に仮固定した。その状態で内部温度が215℃に保たれた図示しないVPSリフロー装置に約10分間投入し、半導体チップ1と配線

基板5を樹脂導電ボール9を介して接合固定した(図4)。

【0031】その後フラックスを溶剤で洗浄、除去した。以上で半導体チップ1と配線基板5の接続は完了したが、信頼性をさらに向上させるために、以下のようにして、半導体チップ1と配線基板5の空隙に絶縁性樹脂8を充填した。まず、半導体チップ1が上になる状態で配線基板5を加熱ステージに載せ、60℃に加熱した。次に半導体チップ1の一面から絶縁性樹脂8として、たとえばフィラー入りエポキシ樹脂を注入し、チップ全面に隙間なく広がった後、150℃に加熱したオープンに3時間投入し、樹脂を硬化して図5に例示される製品を得た。

【0032】本第1の実施の形態のように、半導体チップ1と配線基板5とを、樹脂導電ボール9を用いたフリップチップ接続構造にて接続する場合には、半導体チップ1と配線基板5の熱膨張係数の差異に起因して、樹脂導電ボール9と半導体チップ1および配線基板5の各々との接続部位等に発生する熱応力が、樹脂導電ボール9の中心部を構成する低弾性率の樹脂ボール9-Aの変形によって緩和され、たとえば従来のようにボール全体をはんだ等の金属材料にて形成する場合に比較して、熱応力を小さくすることが可能となる。このため、半導体装置の使用時の熱サイクル等によって、樹脂導電ボール9と半導体チップ1および配線基板5の各々との接続部が破断する等の障害が未然に防止され、半導体装置の動作の信頼性が大幅に向上する。

【0033】特に、半導体チップ1のサイズが大きいほど、熱変形は大きくなるので、大型の半導体チップ1を備えた半導体装置における信頼性の向上の効果が大きい。換言すれば、接続領域の拡大が可能となり、端子密度を増大させることなく、半導体チップ1の接続端子数を増加させることができる、という効果が得られる。

【0034】また、図8に例示されるように、樹脂ボール9-Aと導電層9-Bで構成される樹脂導電ボール9の最外層に、はんだ層9-Cを形成しておき、接合時のリフロー操作において、当該はんだ層9-Cが溶融することにより、溶融したはんだが、前述の半導体チップ側導電材料10および配線基板側導電材料11の代わりに接合材として機能する構成とすることにより、半導体チップ側導電材料10および配線基板側導電材料11の形成工程を省略することが可能となり、工程数の削減による原価低減を実現することが可能となる。

【0035】(実施の形態2)図7は、本発明の第2の実施の形態である半導体装置の構造の一例を示す断面図である。この図7の例では、半導体チップ1、有機樹脂もしくはセラミックを主基材とする配線基板5、半導体チップ1と配線基板5を接続するはんだボール4、および半導体チップ1の背面に熱伝導性接着剤13を介して接着された放熱用のヒートシンク12からなるBGAパ

パッケージPを、樹脂導電ボール9を用いてマザーボード15に実装した状態を示す。接続の手順は前述の第1の実施の形態において例示したフリップチップ接続の方法と同様であり、BGAパッケージPの配線基板5の外面に配置され、当該配線基板5の内部に設けられた配線構造5aを介して反対側のはんだボール4に接続される接続端子14と樹脂導電ボール9をパッケージ側導電材料17を介してリフロー等の方法で接続し、また、マザーボード15のマザーボード接続端子16と樹脂導電ボール9をマザーボード側導電材料18を介してリフロー等の方法で順次接合する。

【0036】なお、BGAパッケージP内の半導体チップ1と配線基板5との電気的接続は、図7に例示されたはんだボール4を用いたフリップチップ接続に限らず、ワイヤボンディング等、いかなる方法でも良い。

【0037】また、図7においてパッケージ側導電材料17と、マザーボード側導電材料18を省略し、これらは樹脂導電ボール9の最外層としてコーティングしておくても良い。すなわち、図8に例示されるように、樹脂ボール9-Aと、無電解ニッケルめっき層m1および金めっき層m2からなる導電層9-Bで構成される樹脂導電ボール9の最外層に、はんだ層9-Cを形成しておき、接合時のリフロー操作において、当該はんだ層9-Cが溶融することにより、溶融したはんだが、前述のパッケージ側導電材料17およびマザーボード側導電材料18の代わりに接合材として機能するようにしてもよい。

【0038】図7の実装構造を持つ、半導体装置の製造および実装方法の一例を以下、さらに詳細に説明する。

【0039】樹脂導電ボール9を、スチレン系で直径750 μ mの樹脂ボール9-Aの表面に無電解ニッケルめっき層m1を3 μ m、さらに金めっき層m2を1 μ mの厚みになるように積層して導電層9-Bを形成することで作製した。BGAパッケージPの接続端子14の表面には、パッケージ側導電材料17として、3Ag-Snを約20 μ mの厚さであらかじめ形成した。次に接合面にフラックス樹脂を薄く塗布した後、BGAパッケージP上の接続端子14と、当該接続端子14に樹脂導電ボール9を配列するための空孔を設けた図示しないメタルマスクを所定の位置に合わせ、メタルマスクが上面になるように固定した。続いて樹脂導電ボール9をメタルマスクの空孔に過不足なく振り込み、その状態で内部温度が240℃に保たれたN₂リフロー装置に約10分間投入し、樹脂導電ボール9をパッケージ側導電材料17を介して固着した。次に、マザーボード15となるプリント基板のマザーボード接続端子16上には、マザーボード側導電材料18として、40Pb-60Snの組成のはんだをスクリーン印刷法であらかじめ形成しておき、接合面にフラックス樹脂を薄く塗布した後、図示しない自動チップマウント装置にて、樹脂導電ボール9が固定

されたBGAパッケージPのボール配列面とマザーボード15（プリント基板）のマザーボード接続端子16の配列面が向き合うようにして、所定の位置に仮固定した。その状態で内部温度が215℃に保たれた図示しないVPSリフロー装置に約10分間投入し、BGAパッケージPとマザーボード15（プリント基板）を接合固定した。その後フラックスを溶剤で洗浄、除去し、図7に例示された製品を得た。

【0040】この第2の実施の形態の場合には、BGAパッケージPとマザーボード15とが、樹脂導電ボール9を介して接合されるので、両者間に熱膨張係数の差異がある場合に発生する熱応力が、樹脂導電ボール9の中心部を構成する低弾性率の樹脂ボール9-Aの変形によって緩和されるので、大きな熱応力が、樹脂導電ボール9と、BGAパッケージPおよびマザーボード15の双方の接合部に作用することが回避され、破断等の障害の発生が防止され、接合部の信頼性が向上する。

【0041】特に、BGAパッケージPのサイズが大きい場合には、接合部に作用する熱応力も大きくなるので、大型のBGAパッケージPのマザーボード15に対する実装構造における接合部での信頼性の向上の効果が大きくなる。換言すれば、接続領域の拡大が可能となり、端子密度を増大させることなく、BGAパッケージPの接続端子数を増加させることができる、という効果が得られる。

【0042】また、図7においてパッケージ側導電材料17と、マザーボード側導電材料18を省略し、図8に例示されるように、樹脂ボール9-Aと、導電層9-Bで構成される樹脂導電ボール9の最外層に、はんだ層9-Cを形成しておき、接合時のリフロー操作において、当該はんだ層9-Cが溶融することにより、溶融したはんだが、前述のパッケージ側導電材料17およびマザーボード側導電材料18の代わりに接合材として機能する構成とする場合には、パッケージ側導電材料17およびマザーボード側導電材料18の形成工程を省略でき、BGAパッケージPの実装工程での原価を低減できる。

【0043】以上本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0044】たとえば、導電性接続部材の形状としては、上述の各実施の形態において例示した球形に限らず、たとえば、図9に例示した円柱形、あるいは図10に例示される角柱形等、任意の形状とすることができる。

【0045】すなわち、図9の場合には、円柱形樹脂90-Aの表面を、導電層90-Bにて被覆した構成の導電性接続部材90が示されている。また、図10の場合には、角柱形樹脂91-Aの表面を、導電層91-Bにて被覆した構成の導電性接続部材91が示されている。